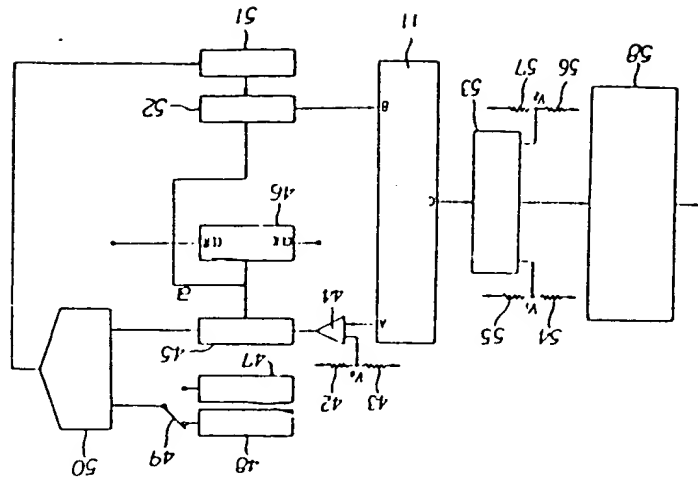


(11)	2-65834 (A)	(43)	6.3.1990	(19)	JP

(11) 2-65834 (A) (43) 6.3.1990 (19) JP
(21) Appl. No. 63-216671 (22) 31.8.1988
(71) CANON INC (72) TOKUICHI TSUNEKAWA(2)
(51) Int. Cl.⁵ A61B3/113

CONSTITUTION: The data determined on the basis of the ratio of the reflecting characteristics of the cornea and the white of the eye is inputted to the first data part 47 and the data determined on the basis of the ratio of the reflecting characteristics of the cornea and the iris is inputted to the second data part 48. The accumulation of image data on a solid-state imaging element 11 is started and the time up to the reversal of a comparator 44 is magnified by a definite time ratio on the basis of the data from the first data part 47 or the second data part 48 to output image data. The image data from the output terminal C of the solid-state imaging element 11 is converted to digital signal by an A/D converter circuit 53 wherein upper and lower limit voltage levels V_1 , V_2 are set and an image signal V , always enters the optimum level with respect to the upper and lower limit voltage levels of A/D conversion. A visual axis operational processing circuit 58 detects the visual axis direction of a cameraman on the basis of the data of the reflected image of the cornea, the boundary of the iris and the pupil and the part of the annulus iridis.



45: latch circuit, 46: counter, 50: multiplier, 51: memory.
52: magnitude comparator, a: count value

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-65834

⑬ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)3月6日

A 61 B 3/113

7033-4C A 61 B 3/10

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 視線検知装置

⑯ 特 願 昭63-216671

⑰ 出 願 昭63(1988)8月31日

⑱ 発 明 者 恒 川 十 九 一 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

⑲ 発 明 者 長 野 明 彦 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

⑳ 発 明 者 小 西 一 樹 神奈川県川崎市高津区下野毛770番地 キヤノン株式会社
玉川事業所内

㉑ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 本多 小平 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

視線検知装置

2. 特許請求の範囲

1. 眼を照明する照明手段と、該照明手段により照明された眼からの反射光でブルキンエ像位置及び眼の他の組織の像位置を検知する固体撮像素子からなる像検知手段と、該像検知手段で検知したブルキンエ像位置と眼の他の組織の像位置との相対関係から視線方向を検知する視線演算手段と、該固体撮像素子の蓄積時間を制御する蓄積時間制御手段とを備え、

該像検知出手段は一定値以上蓄積された画像情報をすてるオーバーフロードレイン機能及び各画素の画像情報のピーク値を出力するピーク値出力機能を有する構造とし、また該蓄積時間制御手段は該像検知手段の画像蓄積開始から画像情報のピーク値が一定値に達す

るまでの時間を角膜と虹彩又は瞳孔の反射特性の比に基づいて一定倍した値を蓄積時間とし、その蓄積時間に達すると順次蓄積された画像情報を出力させることを特徴とする視線検知装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、観察者の視線位置を検出する視線検知装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、観察者の視線（視軸）を光学的に検出する視線検知装置として、特開昭61-172552号がある。

これは、観察者の眼球を平行光で照射することにより発生する角膜前面からの反射像である第1ブルキンエ像と瞳孔中心の位置より検出するようにしたもので、第6図に基づいて説明する。

図中、501は角膜、502は瞳孔、503は虹彩、504は光源、505は投光レンズ、507は受

光レンズ、509 はイメージセンサー、510 はハーフミラである。o' は眼球の回転中心、o は角膜501の曲率中心、a、b は虹彩503の端部、c は虹彩の中心、d は第1ブルキンエ像発生位置である。アは受光レンズ507の光軸で図中x軸と一致している。イは眼球の光軸である。

光源504は観察者に対して不感の赤外発行ダイオードで、投光レンズ506の焦点面に配置されている。光源504より発行した赤外光は投光レンズ506により平行光となりハーフミラ510により反射され角膜501を照明する。角膜501の表面で反射した赤外光の一部はハーフミラ510を透過し受光レンズ507によりイメージセンサ509上の位置d'に結像する。また虹彩503の端部a、bはハーフミラ510、受光レンズ507を介してイメージセンサ509上の位置a'、b'に結像する。受光レンズ507の光軸アに対する、眼球の光軸イの回転角θが小さい場合、虹彩503の端部a、bのz座標をz_a、z_bとする

と、虹彩503の中心位置cの座標z_cは

$$z_c \approx \frac{z_a + z_b}{2} \quad \text{と表わされる。}$$

また、第1ブルキンエ像発生位置dのz座標をz_d、角膜501の曲率中心oと虹彩503の中心cまでの距離をocとすると眼球光軸イの回転角θは

$$oc \cdot \sin \theta \approx z_c - z_d \quad \dots (1)$$

の関係式を略満足する。このためイメージセンサ509上に投影された各特異点(第1ブルキンエ像z_d'及び虹彩端部z_a'、z_b')の位置を検出することにより眼球光軸イの回転角θは明らかとなる。この時(1)式は

$$B \cdot oc \cdot \sin \theta \approx \frac{z_a' - z_b'}{2} - z_d' \quad \dots (2)$$

と書きかえられる。但し、Bは第1ブルキンエ像発生位置と受光レンズ507との距離l₁と受光レンズ507とイメージセンサ509との距離l₂で決まる倍率で、通常ほぼ一定の値をとる。

以上の如き原理により視線の方向の検知が可能になる。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、この種の従来の視線検知装置では、角膜の反射率が約2.5%あり、例えば第2図に示すように、角膜反射像の光量は充分に大きく、確実にその位置を検知できるが、虹彩の反射率は極めて小さく、瞳孔の中心位置を決めるための虹彩と瞳孔の境を精度良く検知することは実際にはかなり困難であった。

本発明の目的は、虹彩と瞳孔の境や、鞏膜(白目)と虹彩(黒目)の境である虹彩輪部を精度良く検知して、視線の正確な検知を行なえる視線検知装置を提供するものである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の目的を達成するための要旨とするとところは、眼を照明する照明手段と、該照明手段により照明された眼からの反射光でブルキンエ像位置及び眼の他の組織の像位置を検知する固体撮像素子からなる像検知手段と、該像検知手段で検知したブルキンエ像位置と眼の他の組織の像位置との相対関係から視線方向を検知する

視線演算手段と、該固体撮像素子の蓄積時間を制御する蓄積時間制御手段とを併え、該像検知手段は一定量以上蓄積された画像情報をすてるオーバーフロードレイン機能及び各画素の画像情報のピーク値を出力するピーク値出力機能を有する構造とし、また該蓄積時間制御手段は該像検知手段の画像蓄積開始から画像情報のピーク値が一定値に達するまでの時間を角膜と虹彩又は鞏膜の反射特性の比に基づいて一定倍した値を蓄積時間とし、その蓄積時間に達すると順次蓄積された画像情報を出力させることを特徴とする視線検知装置にある。

〔作用〕

上記の如く構成した視線検知装置は、検出したい画像情報を、画像の蓄積時間を制御することとで比倍し、夫々拡大した情報として取出すことができる。

〔実施例〕

以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明に関わる視線検知装置を有するカメラの光学ブロックの一実施例である。

1は撮影レンズ、2はクイックリターンミラー、3はビント板、4はコンデンサレンズ、5はペンタプリズムであり通常のファインダー光学系を形成している。

6は内部に可視光透過で赤外光反射のビームスプリッターを有するアイピースレンズ、7はビームスプリッター、8は投光レンズ、9は受光レンズ、10は投光用赤外LED、11はリニアまたはエリア型のCCD等の光電変換素子であり視線検知装置を形成している。12は撮影者の目である。

赤外LED10から投光された光は投光レンズ8で平行光束に変換され目12に照射される。目の角膜や、虹彩からの反射光は、ビームスプリッター7で反射し、受光レンズ9を介して、光電変換素子(固体撮像素子)11上に結像するように構成されている。

この固体撮像素子11は、一部の画素の信号

力するリアルタイムピーク出力回路である。

ところで、眼球12に赤外LED10からの光を照射し、その反射像を固体撮像素子11上に結像させ、眼球中央部を水平に走査したときの眼球の位置に対応する水平走査信号Bは第2図に示すようになる。

図からも明らかなように、角膜反射像は非常に強く正確に検知できるが、他の組織の境のコントラストは低く、虹彩と瞳孔の境や、白目と黒目の境である虹彩輪部を精度良く検知することは前述したようになりかなり困難である。

本実施例はこのような水平走査信号Bにおける虹彩と瞳孔の境や、白目と黒目の境である虹彩輪部の高精度検知を、固体撮像素子11に蓄積する画像の蓄積時間を第4図(A)に示す制御装置によって制御し、例えば第5図に示すように虹彩輪部を拡大した信号を得ることによって実現している。

第4図は、固体撮像素子11への情報蓄積時間を制御して、その出力情報を処理する制御装

置が飽和しても隣接画素へ悪影響を与えないオーバーフローレイン機能と、フローテングゲート等の各画素に蓄積されている画像の情報を非破壊にリアルタイムで直接モニターできる機能と、モニター出力の最大値をモニターする、所謂リアルタイムピーク値出力機能とを有するもので、その構成を第3図に示す。

第3図は固体撮像素子11の構成の一例を示すブロック図である。

図中31は画像情報を蓄えるための光電変換蓄積部、32は光電変換蓄積部31の情報を読み出し用のアナログシフトレジスタ33に移送するための電荷移送ゲートであり、B端子から電荷移送パルスが入力されると、アナログシフトレジスタ33への情報の移送を行ない、その情報が端子Cから出力される。34は光電変換蓄積部31の情報が一定値に達すると、それ以上の情報を棄てるオーバーフローレイン、35は光電変換蓄積部31の各情報を非破壊的に検知し、それらの最大値を端子Aから出

置のブロック図である。

この制御装置のブロック図を説明する前に、制御の基本的な原理を固体撮像素子11の構造特性に基づき説明する。

固体撮像素子11は眼球12で反射した赤外LED10からの反射像が照射されると、出力端子Aからリアルタイムにピーク値が出力されることになり、そのピーク値は第2図から明らかなように角膜反射像であるが、この角膜反射像のピーク値が飽和レベル付近の一定レベルに達した時点でB端子に電荷移送パルスを入力して出力端子Cから蓄積された画像情報を出力すると、第2図に示す水平走査信号Bしか得られなくなる。そこで、角膜反射像のピーク値が飽和レベル付近の一定レベルに達しても電荷移送パルスの入力を行わず、そのまま反射像を蓄積させておくと、固体撮像素子11の光電変換蓄積部31には角膜反射像の情報、虹彩と瞳孔の境や、白目と黒目の境である虹彩輪部の各情報が蓄積され、その値が夫々大きくなり、やが

て角膜反射像の情報が飽和レオーバフローすることになるが、オーバフローレイン機能を有しているため隣接画素への悪影響はない。次に飽和レベル付近の一定レベルに達する情報は、第2図から明らかなように虹彩輪部の情報であるが、この時点での虹彩輪部の情報はその蓄積時間比倍された値になっている。

したがって、虹彩輪部の正確な情報が必要な場合には、角膜反射像の情報が飽和レベル付近の一定レベルに達するのに要する時間から角膜と白目の反射特性の比に基づく一定時間経過後に電荷移送パルスを入力を行なうことで、拡大した虹彩輪部の情報を出力端子Cから取出してきることになる。

また、虹彩と瞳孔の境の正確な情報を必要とする場合には、角膜反射像の情報が飽和レベル付近の一定レベルに達するのに要する時間から角膜と虹彩の反射特性の比に基づく一定時間経過後に電荷移送パルスを入力を行えば良いことになる。

子11のA端子からの各画素のピークの出力がコンパレータ44にリアルタイムに入力され、その値がリファレンス電圧 V_0 に達するとコンパレータ44出力が反転し、固体撮像素子11の画像情報の蓄積開始と共に、カウントを開始しているカウンタ46のカウント値をラッチ回路45でラッチする。

一方、虹彩輪部の情報または虹彩と瞳孔との境の情報のどちらの情報が必要とするかを選択スイッチ49により予め選択し、ラッチ回路45でラッチした情報と選択スイッチ49で選択した情報とを乗算器50で乗算し、メモリー51に格納する。ここで、マグニチュードコンパレータ52は、カウンタ46のカウント値とメモリー51に格納されたデータとを比較し、カウンタ46のカウント値がメモリー51のデータと合致すると合致信号を発生し、固体撮像素子11の入力端子Bに電荷移送パルスが加わり、出力端子Cから画像情報が出力されはじめる。

次に制御装置を説明する。

42、43はリファレンス電圧 V_0 発生用の抵抗、44はコンパレータ、45はラッチ回路、46はカウンタ、47は第1情報部、48は第2情報部、49は選択スイッチ、50は乗算器、51はメモリー、52はマグニチュードコンパレータ、53はA/D変換回路、54、55は上限レベル電圧 V_1 発生用の抵抗、56、57は下限レベル電圧 V_2 発生用の抵抗、58は視線演算処理回路で、第1情報部47には角膜と白目の反射特性の比、すなわち第2図において、角膜反射像のピークレベル a_1 と虹彩輪部のピークレベル a_2 との比に基づいて決まる情報が入力され、第2情報部48には角膜と虹彩の反射特性の比、すなわち第2図において、角膜反射像のピークレベル a_1 と虹彩のピークレベル a_3 との比に基づいて決まる情報が入力されている。なおこの視線演算処理回路58の詳細については後記する。

このように構成した制御装置は、固体撮像素

すなわち、固体撮像素子11への画像情報の蓄積が開始され、コンパレータ44が反転する迄の時間を、第1情報部47又は第2情報部48からの情報に基づいて一定時間比倍した後には画像情報が出力されることになる。

固体撮像素子11の出力端子Cからの画像情報は、撮影者視線の方向を視線演算処理回路58にて処理するために、上下限の電圧レベル V_1 、 V_2 の設定されているA/D変換回路53によりA/D変換されることになり、例えば第1情報部47を選択して虹彩輪部を検知する場合には、第5図に示すように、画像信号 V はA/D変換の上下限の電圧レベル V_1 、 V_2 に対して常に最適のレベルに入るようになる。なお下限の電圧レベル V_2 は、例えば固体撮像素子11の暗電流信号レベル付近に設定すればよい。

視線演算処理回路58は、角膜反射像、虹彩と瞳孔の境界、虹彩輪部の情報等に基づいて撮影者の視線の方向を検知し、その検知情報に基づき不図示のカメラの露出制御回路、焦点検出

回路等を制御し、撮影者が写したいものに露出やピントを合わせるようにしている。

この視線演算処理回路58は、第4図(B)に示すように構成されている。

101はA/D変換回路53からの出力信号に基づいて、瞳孔のエッジを検知する瞳孔エッジ検知部、102は瞳孔エッジ検知部101から出力される情報から瞳孔の中心を検知する瞳孔中心検知部、103はA/D変換回路53からの出力信号に基づいて角膜反射像位置を検知する角膜反射像位置検知部、104は角膜反射像位置検知部103からの角膜反射像位置(第1ブルキン像)と瞳孔中心検知部102からの瞳孔中心情報とに基づき、第6図に示す方法にて視線の方向を演算処理する視線演算部である。

なお上記の実施例において、固体撮像素子11からの出力画像信号中、角膜反射像の信号は飽和したものであり、角膜反射像のボケが予めわかっているならば、飽和した信号から角膜反射像位置を精度良く検知することもできる。

また、西洋人と東洋人等の人種によって、角膜と虹彩または白目の反射特性の比が異なるが、第4図(A)の第1、第2情報部47、48に対応する情報を設定すれば良い。

[発明の効果]

以上の如く本発明を用いると、瞳孔と虹彩の境や虹彩輪部を5/N良く検知できるので、高精度の視線検知が可能になる著しい効果がある。

また、投光用LED等の照明手段の光パワーが変動しても固体撮像素子のピーク出力回路を介して、素子の蓄積時間が自動的に補正されるので常に最適な出力レベルの虹彩や白目の信号が得られ、高精度の視線検知が可能になる効果もある。

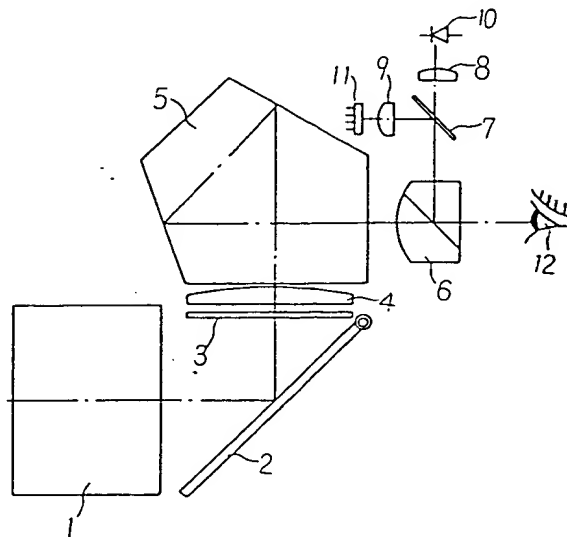
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による視線検知装置の一実施例を有するカメラの光学ブロック図、第2図は眼球の位置に対応する固体撮像素子の水平走査信号を示す図、第3図は固体撮像素子の1例を示すブロック図、第4図(A)はその視線検知装

置の制御装置の1例を示すシステムブロック図、第4図(B)はその視線演算処理回路の詳細を示すブロック図、第5図は固体撮像素子からの出力波形の1例を示す図、第6図は角膜反射像と瞳孔中心を用いて視線の検知を行なう従来の視線検知装置の概略図である。

- 7…ビームスプリッター、
- 8…投光レンズ、
- 9…受光レンズ、
- 10…赤外LED、
- 11…固体撮像素子(リニア又はエリア型の光電変換素子)、
- 12…目(眼球)。

第1図



代理人 本 多 小 平
他 4 名

第2図

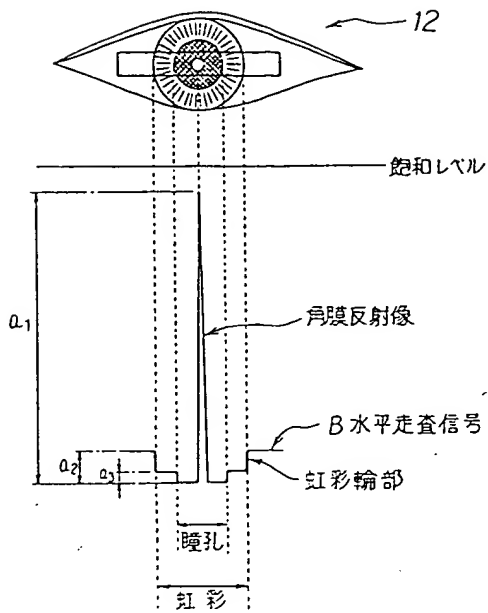
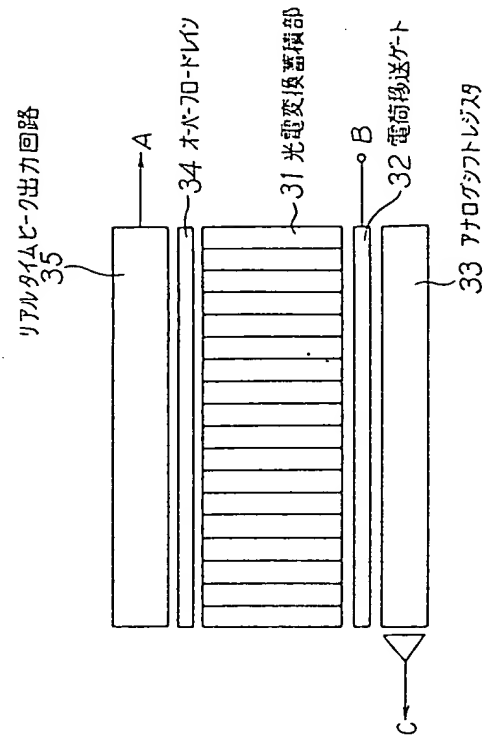
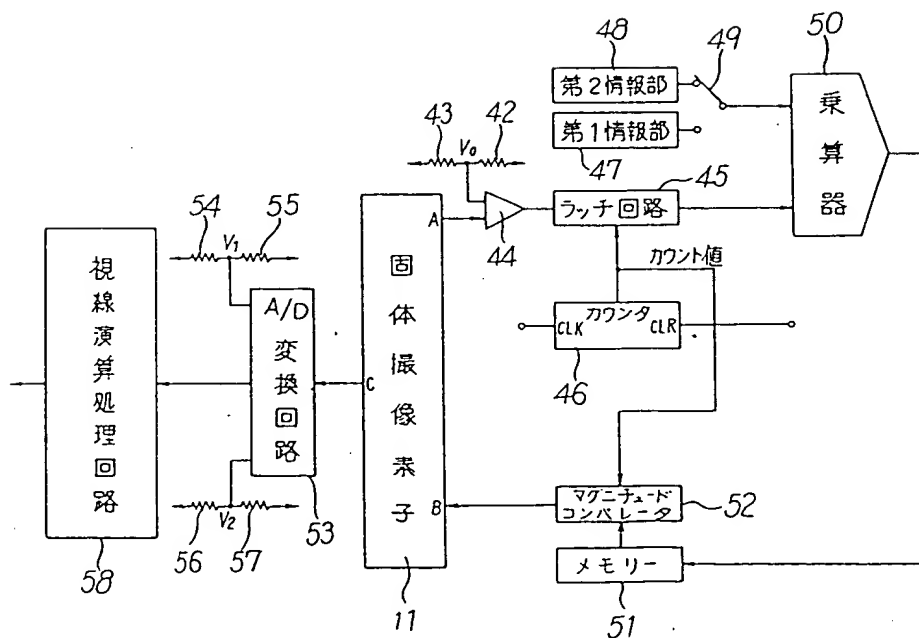


図3

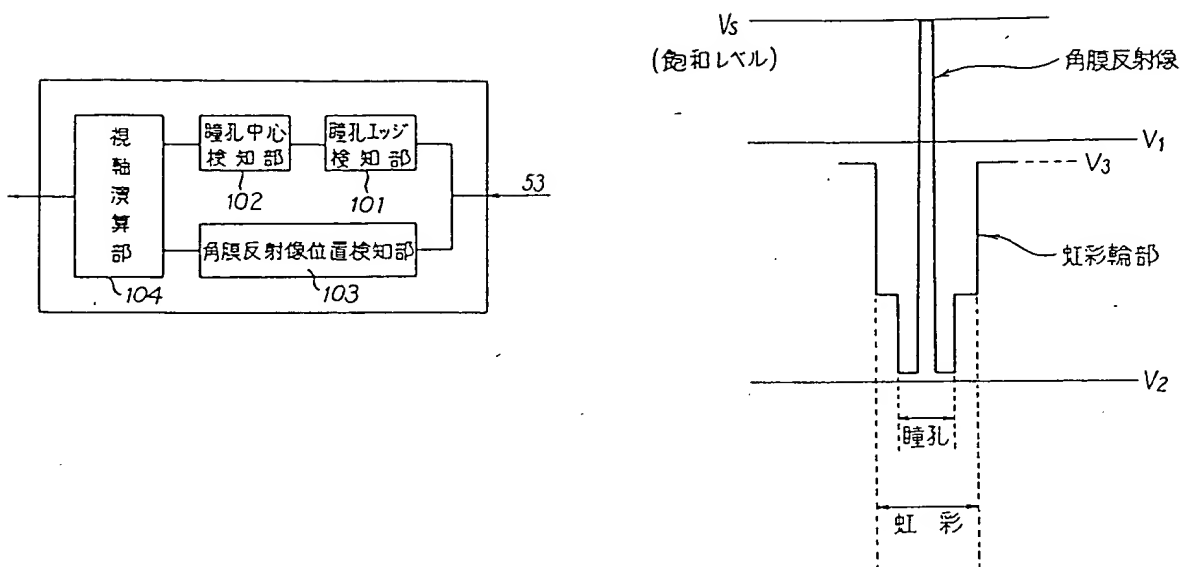


第4図 (A)



第5図

第4図 (B)



第6図

